

# La electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona

Ángel Calvo\*

La estrecha relación entre el cambio energético protagonizado por el vapor y la Revolución Industrial británica ha pasado a ser un lugar común en los estudios de historia.<sup>1</sup> En la más pura tradición clásica y a la vez la más comúnmente aceptada por los investigadores, la electricidad se presenta como pilar de la Segunda Revolución Industrial, junto a los nuevos materiales y formas organizativas. En aportaciones recientes, la electricidad ha sido considerada, junto al vapor y al ordenador, como una tecnología de alcance general (*general purpose technology*) porque tiene efectos sobre el conjunto del sistema económico.<sup>2</sup>

Lejos de ahogar el debate, esta corriente mayoritaria lo ha potenciado en buena medida, alimentando aproximaciones agregadas de carácter macroeconómico, que discrepan a veces en la valoración del influjo de la electricidad. Mientras unos le atribuyen un impacto decisivo sobre el crecimiento económico,<sup>3</sup> otros arrojan dudas acerca de sus efectos positivos sobre la productividad, al menos en algún momento del proceso.<sup>4</sup>

\* Centre d'Estudis Antoni de Capmany, Universitat de Barcelona. Este estudio ha sido elaborado en el marco del proyecto ECO2008-00398/ECON. Agradezco a Ramon Grau, responsable del Seminario de Historia de Barcelona, y a Luis Urteaga, director del curso *L'electrificació de Barcelona, 1881-1935*, la oportunidad que me han brindado de recuperar el que fue tema central de mi tesis doctoral (*La transformación de la estructura industrial en Cataluña, 1898-1920*, inédita, Universitat de Barcelona, 1986), que contó con la financiación de Omnium Cultural.

1. La más reciente aportación es la de una autoridad en la materia: E. A. WRIGLEY, *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge/Nueva York, Cambridge University Press, 2010. Para una síntesis apretada de los principales debates, véase Á. CALVO, «La electrificación de la industria en una ciudad mediterránea: Barcelona», *Símpoio internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930*, Barcelona, 23-26 enero 2012.
2. Trabajo pionero: T. BRESNAHAN y M. TRAJTENBERG, «General purpose technologies: Engines of growth?», en *CEPR Discussion Paper 300*, Stanford University, 1992. Obra de referencia: E. HELPMAN (ed.), *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1998. Aportaciones más recientes: P. AGHION y S. N. DURLAUF, *Handbook of economic growth*, Amsterdam, Elsevier, 2005, vol. 1; C. A. RISTUCCIA y S. SOLOMOU, «General Purpose Technologies and Economic Growth: Electricity Diffusion in the Manufacturing Sector Before WWI», *CWPE* 1048 (2010).
3. Cuatro clásicos: W. D. DEVINE, «From shafts to wires: historical perspective on electrification», *The Journal of Economic History*, XLIII, 2 (1983), pág. 347-372; R. B. DU BOFF, «The introduction of Electric Power in American manufacturing», *Economic History Review*, XX (1967), pág. 509-518; A. WOOLF, «Electricity, Productivity, and Labor Saving: American Manufacturing, 1900-1929», *Explorations in Economic History*, 21, 2 (1984), pág. 176-91; Sam H. SCHURR (y otros), *Electricity in the American economy: agent of technological progress. Contributions in economics and economic history*, Nueva York, Greenwood Press, 1990.
4. RISTUCCIA y SOLOMOU, «General Purpose Technologies...», admiten efectos sobre la productividad, sin olvidar de reclamar un marco de análisis apto para capturar la heterogeneidad de las experiencias de crecimiento observado en todos los países que comparten trayectorias similares en la adopción de la electricidad. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (USA), *Fostering research on the economic and social Impacts of Information Technology*, Washington, National Academy Press, 1998, limita los incrementos de productividad a la etapa posterior a 1920.

El debate internacional ha puesto de relieve similitudes y diferencias en la electrificación de la industria según los países y, más en concreto, modalidades diversas –gradualismo o adopción integral–,<sup>5</sup> diferencias en la sensibilidad por la nueva tecnología, que permiten distinguir entre naciones avanzadas y rezagadas, al tiempo que variaciones significativas en las tasas de adopción según sectores de la industria<sup>6</sup> y según procesos dentro de las industrias y empresas.<sup>7</sup>

En España, el debate está marcado por un pecado original, que no es otro que la falta de un censo industrial, pero el país que cuenta con estudios numerosos y de gran calidad.<sup>8</sup> Dichos trabajos están volcados preferentemente sobre el proceso general de adopción de la electricidad. Además de los recogidos en este mismo volumen, son importantes los estudios de Anna Maria Aubanell y Concha Betrán, centrados sobre todo en la oferta.<sup>9</sup> Así, la electrificación de la industria continúa siendo la pariente pobre y una de las lagunas más patentes de la investigación. Sí ha habido referencias a la vinculación de la electrificación de la industria con una sensible reducción del coste de la electricidad y del precio de los motores eléctricos, como también a la difusión diferencial según las industrias. Pero, conscientes de las deficiencias, sus mismos autores reclaman profundizar más sobre el asunto.<sup>10</sup>

## La electrificación de la industria en Cataluña

Independientemente de su localización, la industria es el sector determinante en el consumo de energía eléctrica. Por lógica, los países más industrializados tuvieron un consumo mayor<sup>11</sup> e, igualmente, fronteras adentro, a las regiones

5. W. J. HAUSMAN, P. HERTNER y M. WILKINS, *Global electrification: multinational enterprise and international*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008.
6. I. C. R. BYATT, *The British electrical industry, 1875-1914: the economic returns to a new technology*, Nueva York, Oxford University Press, 1979; W. A. ATHERTON, *From compass to computer: a history of electrical and electronics*, San Francisco, San Francisco Press, 1984.
7. H. J. JONG, *Catching up twice: the nature of Dutch industrial growth during the 20th century*, Berlín, Akademie Verlag, 2003, pág. 160; *Electrical world: a review of current progress in electricity and its Practical Applications* (ed. W. J. Johnston), 86 (1925); B. D. GOLDFARB, *Adoption of General Purpose Technologies: Understanding Adoption Patterns in the Electrification of US Manufacturing 1880-1930*, Stanford University, Department of Economics, Dissertation Chapter, 2002. Enfoque comparativo en A. MIDTTUN (ed.), *European electricity systems in transition: a comparative analysis*, Amsterdam, Elsevier, 1997.
8. Imposible dar cuenta aquí de la extensa bibliografía, entre la que destacan las aportaciones de J. C. Alayo, F. Antolín, A. M. Aubanell, I. Bartolomé, J. Carmona, P. Díaz Morlán, J. Garrués, L. Germán, J. Maluquer, G. Núñez, C. Sudrià, X. Tarraubella y E. Uriarte. Una bibliografía razonablemente actualizada en Isabel BARTOLOMÉ, *La industria eléctrica en España (1890-1936)*, Madrid, Banco de España, 2007.
9. A. M. AUBANELL, *La industria eléctrica y la electrificación de la industria en Madrid entre 1890 y 1935*, Florencia, Instituto Universitario Europeo, 2001, tesis doctoral inédita; C. BETRÁN, «Natural resources, electrification and economic growth from the end of the nineteenth century until World War II», *Revista de Historia Económica/Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 23, 1 (2005), pág. 70. Para esta última, la dotación de recursos energéticos primarios y más particularmente de carbón determinaría las diferencias en los niveles de la electrificación por países. BARTOLOMÉ, *La industria eléctrica...*, pág. 30, dedica especial atención a los usos intensivos de la electricidad y recoge como dato que la producción destinada a las electroindustrias absorbía en España, en vísperas de la Guerra Civil, en torno al 8,3% del consumo total, incluidos auto-productores.
10. H. CAPEL (dir.), *Las tres chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vol.
11. C. SUDRIÀ I TRIAY, «Un factor determinante: la energía», en J. NADAL, A. CARRERAS y C. SUDRIÀ (comp.), *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, Barcelona, Ariel, 1987, pág. 318; «L'energia: de l'alliberament hidroelèctric a la dependència petrolera», en J. NADAL (coord.), *Història econòmica de la Catalunya contemporània*,

con mayor nivel de industrialización les correspondió un papel preponderante. Es sabido que España en su conjunto no figuraba entre aquéllos, pero algunas zonas de su territorio sí tenían cabida en el grupo más avanzado.

Según la interpretación más difundida, la electrificación de las industrias se inicia en 1906 a través de centrales térmicas e hidráulicas cercanas a los centros de consumo y se extiende al compás del abaratamiento del fluido. En su momento se aportarán las oportunas matizaciones a este esquema. Pero lo cierto es que, a partir de esa fecha, el sector más dinámico como consumidor de energía eléctrica pasó a ser el industrial. Finalizada la Primera Guerra Mundial, este sector logró colocarse a la cabeza del consumo, desbancando con holgura a la tracción y al alumbrado.<sup>12</sup> Poco antes de la Guerra Civil, cuando la industria arrastraba una fuerte crisis, su predominio en el consumo se había vuelto indiscutible. Así lo atestiguan los dos tercios con que participa casi permanentemente en el total.<sup>13</sup>

Por su acentuada industrialización, Cataluña desempeñó un papel privilegiado en la electrificación española. Para no extenderse en consideraciones ya señaladas, baste recordar que, dentro de una estructura energética crecientemente dominada por la electricidad, el consumo de ésta creció a un 9% anual entre los años finales de la Primera Guerra Mundial y la inmediata postguerra. En el decenio de 1920, el crecimiento descansaba ya ampliamente sobre el comportamiento dinámico del sector industrial.<sup>14</sup>

Como señala Mercedes Arroyo en esta misma publicación, el primer contacto de la electricidad con la fábrica se dio en los últimos años del siglo XIX a través del alumbrado. Pero fueron las actividades de transformación que absorbían fuerza o calor las que propiciaron más tarde el cambio de escala y lo hicieron con una intensidad tal que añadieron un rasgo característico al sistema eléctrico catalán. Poco más de un tercio de los 23.721 cv instalados en 1902 en España correspondía a la provincia de Barcelona. Mientras en el conjunto de España la electrificación a duras penas afectaba a una tercera parte de la industria, había arraigado con fuerza en Cataluña y el País Vasco.

Así, pues, a comienzos del siglo XX, la electrificación tenía un carácter incipiente y, en su inmensa mayoría, la industria de Barcelona y comarca continuaba dependiendo del vapor.<sup>15</sup> Por entonces, la Compañía Barcelonesa de Electricidad extendía el radio de acción a las fábricas del Pla de Barcelona que,

vol. V (S. XX. Població, Agricultura i Energia), Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1989, pág. 211 y s.; y «La industria eléctrica y el desarrollo económico en España», en J. L. GARCÍA DELGADO (ed.), *Electricidad y desarrollo económico: perspectiva histórica de un siglo*, Oviedo, Hidroeléctrica del Cantábrico, 1990, pág. 155 y s.

12. F. F. SINTES y F. VIDAL, *La industria eléctrica en España*, Barcelona, Montaner y Simón, 1933, pág. 145. Fuentes americanas cifran en 3.293 y 25.382, respectivamente, los electromotores y la potencia existentes en España en 1907 (U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE AND LABOR, *Monthly*, 1907, pág. 30).

13. J. MALUQUER DE MOTES, «Cataluña y el País Vasco en la industria eléctrica española», en M. GONZÁLEZ PORTILLA (y otros), *Industrialización y nacionalismo. Análisis comparativos*, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, 1985, pág. 239-252; *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 1-I-1935, pág. 10. Fuentes oficiales conceden a la tracción el 8,5 % del consumo total en 1933 (*Anuario Estadístico de España*, 1934, pág. 269).

14. Á. CALVO, «Indústria i electricitat», en B. DE RIQUER (dir.), *Història. Política, Societat i Cultura als Països Catalans*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1995, vol. 8, pág. 124-139; «Estructura industrial i sistema productiu a Catalunya durant la I Guerra Mundial», *Recerques*, 20 (1988), pág. 11-43. Véase también F. VIDAL BURDILS, «Papel preponderante de la industria eléctrica en la economía nacional», *Metalurgia y electricidad*, 53 (1942), pág. 591, y para un caso particular, Arxiu Municipal del Districte de Sants-Montjuïc, Fondo Manufacturas Serra Balet, *Restricciones eléctricas*.

15. C. E. MONTAÑÉS, «La transformación industrial de Barcelona a principios de siglo», *San Jorge*, 53 (1964), pág. 15-19.

desde 1906, contaban con corriente alterna en cantidad suficiente para alimentar 4.000 cv, el 15 % de la potencia de los electromotores existentes en España. Hacia 1912, otra de las grandes empresas, Energía Eléctrica de Cataluña, había instalado electromotores con un total de 20.000 cv en diversas fábricas. Pequeños talleres dependientes del vapor, como la fundición regentada por P. Roca en Manlleu –embrión de la futura Roca Radiadores– u otros recién creados y libres por tanto de condicionamientos, como el género de punto en Igualada, e industrias que renovaban el utillaje, como la del calzado de la citada ciudad, recurrían a la electricidad en esos años.<sup>16</sup> Más tardía fue la entrada de la Cooperativa de Fluido Eléctrico, pero el giro decisivo se produjo con la irrupción de la Barcelona Traction Light and Power, que acabaría acaparando la casi totalidad del mercado eléctrico catalán.<sup>17</sup>

Datos solventes, si bien de procedencia diversa, permiten reconstruir la electrificación de la industria en tres niveles de magnitud decreciente: el área metropolitana de Barcelona, una localidad de la comarca del Vallès y un sector de otra localidad e idéntica comarca. Para limitarnos aquí al primer nivel, utilizando con audacia las cifras de una empresa, se puede avanzar en el conocimiento de uno de los periodos peor conocidos. La estructura de la energía vendida por la Barcelonesa de Electricidad<sup>18</sup> configuraría un primer periodo de crecimiento lento de la nueva fuerza motriz hasta 1906, seguido de un fuerte tirón a partir de 1907 –las turbodínamos instaladas se dejaban sentir–<sup>19</sup> y una aceleración posterior. Si a las cifras de energía demandada se aplican los coeficientes de participación de la fuerza motriz en la electricidad suministrada por la Barcelonesa de Electricidad, se obtendrá una nueva serie indicativa del crecimiento de la fuerza motriz en la industria. De este modo, la cifra de 1902 se multiplicaría por 2,6 en 1907, por 4,7 en 1910 y por 9,4 en 1913. Durante la Primera Guerra Mundial, el desconcierto que siguió al inicio de las hostilidades desaceleró el proceso pero la reactivación posterior volvió a acentuarlo.

No se puede por menos que destacar el fuerte grado de coincidencia entre las conclusiones derivadas de la serie histórica del consumo de energía eléctrica en Cataluña, de los casos descritos y de la muestra de 372 unidades que se presentará más tarde. Por un lado, el ritmo de la serie histórica se ajusta al expresado en la muestra: empuje vigoroso en 1906-1910, progresión en 1911-1915, fuerte avance en 1916-1920 y repliegue de los primeros años 20. En segundo lugar,

16. *Industria e Invenciones*, 24-XII-1910, pág. 223, y 20-I-1912; *La Energía Eléctrica*, 25-V-1913, pág. 187; E. ESCARRA, *El desarrollo industrial de Cataluña*, Barcelona, Grijalbo, 1970, pág. 40; P. PASCUAL y J. ALERT, *Fàbrica i treball a la Igualada de la primera meitat del segle XX*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona/Publicacions de l'Abadia de Montserrat, 1991, pág. 22 y 28; J. NADAL, «La transición del zapato manual al zapato mecánico en España», en J. NADAL y J. CATALAN (ed.), *La cara oculta de la industrialización española. La modernización de los sectores no líderes (siglos XIX y XX)*, Madrid, Alianza Editorial, 1994, pág. 321-340. Alusiones en trabajos de J. M. TORRAS I RIBÉ (*La revolución industrial a la comarca d'Anoia*, Barcelona, Dalmau, 1979, pág. 60-63) y CALVO (*La transformación de la estructura industrial...*, pág. 307).

17. H. CAPEL y L. URTEAGA, «El triunfo de la hidroelectricidad y la expansión de La Canadiense», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. II, pág. 13-81; X. TARRAUBELLA, *La Canadenca al Pallars, Lleida*, Virgili i Pagès, 1990; B. ROIG AMAT, *Orígenes de la Barcelona Traction. Conversaciones con Carlos E. Montañés*, Pamplona, 1970. Sobre Pearson: Á. CALVO, «La saga lumineuse de Frank Pearson», en A. SÁNCHEZ (dir.), *Barcelone 1888-1929*, París, Autrement, 1992, pág. 46-51 (versión castellana: Madrid, Alianza, 1994, pág. 57-65).

18. CAPEL, *Las tres chimeneas...*

19. CAPEL, *Las tres chimeneas...*; CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*; S. TARRAGÓ, (ed.), *Obras Públicas en Cataluña. Presente, pasado y futuro*, Barcelona, Real Academia de Ingeniería, 2003, pág. 355-376.

resulta asombrosa la proximidad de dos fechas que, según las fuentes manejadas, aparecían como decisivas: 1912 o 1913. Se trata de los años en que, de forma indudable, tiene lugar una inversión de tendencia. Se podría afirmar, por tanto, que no es la coyuntura excepcional de la Primera Guerra Mundial la que crea una dinámica sino que acelera un proceso generado con ligera antelación. El empuje de la energía eléctrica en los años 1914-1918 no es el resultado lineal de la combinación de dos elementos únicos –puesta a punto, en lo esencial, del sistema de la industria eléctrica en Cataluña y carestía del carbón empleado en las máquinas de vapor provocada por la Guerra– sino de la interacción de factores diversos. Algunos de ellos resultaban tendencialmente contrarios al desarrollo del citado proceso, sobre todo la penuria de material eléctrico y el consiguiente impacto negativo en la construcción de centrales y en las instalaciones de electromotores.

La importancia de la electrificación durante la Primera Guerra Mundial parece haber contagiado de entusiasmo a algunos observadores y cronistas de la época. En 1917, F. Kirchner consideraba la industria lanera casi totalmente movida por fluido eléctrico y atribuía a la electricidad el papel de salvadora de la industria en Cataluña. Dos años más tarde, señalaba el predominio casi absoluto de la electricidad sobre el vapor tanto en el llano como en la montaña y atribuía a la primera modalidad la realización de una “revolución industrial” en Cataluña.<sup>20</sup> Sin embargo, la electrificación de la industria catalana distaba mucho de haberse completado por entonces y presentaba un panorama muy contrastado, con fuertes diferencias según zonas, sectores o tipo de empresas.

## En el corazón de la economía catalana: la electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona

Por lo general, las grandes urbes se situaron a la avanzadilla de la electrificación mundial. Vinculación con el crecimiento metropolitano, pugna entre competidores por el mercado y aprovechamiento de la experiencia acumulada con otras tecnologías reticulares fueron los ejes fundamentales de la expansión urbana de la electricidad. En la intensidad del crecimiento que experimentaba Barcelona a finales del siglo XIX,<sup>21</sup> la nueva forma de energía encontró un campo abonado para implantarse y medrar. Aparte de las telecomunicaciones, su primera aplicación espectacular, transformó profundamente el alumbrado y la tracción.

Muy pegadas a los inventos y relacionadas con las nuevas tecnologías de la comunicación con base eléctrica, como la telefonía, desde 1879 surgieron las primeras iniciativas de alumbrado urbano con un planteamiento global, a cargo de individuos que actuaban aisladamente o en conexión con grupos orga-

20. F. KIRCHNER, «Informaciones regionales», *Revista Nacional de Economía* (abril-mayo, 1917), pág. 631, y 22 (1919), pág. 487-488; B. AMENGUAL, «La situation économique de l'Espagne», *Revue Économique Internationale*, XIV, 1 (1922), pág. 25. Como se sabe, hubo problemas en el suministro de fluido: *Actas de la Junta Directiva del FTN*, 13, 4-I-1918, pág. 19-21. Para aspectos generales, véase CALVO, «Estructura industrial i sistema productiu...

21. X. TAFUNELL, *La construcció de la Barcelona moderna. La indústria de l'habitatge entre 1854 i 1897*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1994.

nizados.<sup>22</sup> Sorprende la rapidez con que se quemó esta etapa inicial. Inmediatamente, aparecieron en escena las compañías y, con ellas, la pugna por el mercado urbano. Primera en despuntar, la Sociedad Española de Electricidad no tardó en adquirir la base tecnológica que le permitió suministrar fluido de origen térmico.<sup>23</sup> Su objetivo eran los centros políticos, las arterias claves y los núcleos de actividad esenciales de la ciudad. Espacios urbanos, comercios y teatros le proporcionaron los primeros escenarios para su expansión. Sus movimientos fueron seguidos por la Compañía General de Electricidad y la Anglo-Spanish Electric Light and Power.<sup>24</sup> Pese a su dinamismo, la Española de Electricidad fue disuelta en 1894 y su activo pasó a la Compañía Barcelonesa de Electricidad, impulsada esta vez por un consorcio alemán –encabezado por AEG– y por la Société Lyonnaise des Eaux. Si bien otros proyectos quedaron en meras tentativas, la competencia entre las compañías impuso un esfuerzo inversor excesivo y redujo la eficiencia del sistema. Sin embargo, los efectos negativos se hubieran acentuado sin la centralización administrativa subsiguiente a la anexión de los pueblos del Pla, que, con toda probabilidad, inhibió la proliferación de centrales.<sup>25</sup>

Si, por su precocidad, Barcelona parece apartarse del modelo mediterráneo de electrificación tardía y sin carbón, por la configuración empresarial se asemeja al modelo de la industrial, progresiva y cosmopolita Berlín. La pauta berlinesa, con una docena de grandes centrales, se diferencia netamente de la londinense, con una cincuentena de pequeñas unidades. Lo fundamental no radicaría tanto en la cantidad generada como en la forma de producción, transmisión y distribución.<sup>26</sup> En Barcelona, a comienzos del siglo xx, cinco productoras se distribuían los 8.000 cv de potencia instalada destinados a fluido y los 9.600 a tracción. De mayor a menor, corresponden a la Compañía Barcelonesa de Electricidad, la Central Catalana de Electricidad, The Barcelona Tramways Co. Ltd., la Sociedad

22. Las primeras tentativas se deben a E. Rotondo, M. Marcelo, V. Faro o E. Cervera: AMCB (Arxiu Municipal Contemporani de Barcelona), OOPP, 1.407 y 1.409. El primero trató de hacerse con la concesión de la primera red telefónica urbana (CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*, pág. 491-506, y «Estructura industrial i sistema productiu ...
23. Creada en 1881, la SEE compró patentes y contrató ingenieros; contó con dos filiales en Madrid y Valencia, sin que llegara a cuajar una tercera en Sevilla: *LRMB*, 3, 257v; J. MALUQUER DE MOTES, «Los pioneros de la segunda revolución industrial en España: la Sociedad Española de Electricidad (1881-1894)», *Revista de Historia Industrial*, 2 (1994), pág. 121-142; M. ARROYO y G. NAHM, «La Sociedad Española de Electricidad y los inicios de la industria eléctrica en Cataluña», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. 1, pág. 25-51. En 1884, la SEE había instalado 700 lámparas de arco voltaico y más de 1.000 incandescentes (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ELECTRICIDAD, *Memoria 1884*, Barcelona, 1884, pág. 5). La Sociedad Valenciana de Electricidad fue impulsada por un grupo barcelonés liderado por Dalmau (Fournier, Argensó, Monforte y Castell), apoyándose en el introductor local del fluido eléctrico (*Gaceta de Madrid*, 11-III-1883).
24. AMCB, Fomento, Permisos, OOPP, 1.407, 1.527, 1.610 y 1.650. En 1890, Siemens-Halske también intentó introducirse en el mercado barcelonés (AMCB, OOPP, 2.023).
25. AHPB (Arxiu Històric de Protocols de Barcelona), Planas y Escubós, 25-I-1896 y 14-XII-1894. Con la suspensión de pagos en 1890, había entrado la londinense Woodhouse & Rawson Ltd. (*Boletín Oficial de la Provincia de Barcelona*, 11-I y 7-V-1890). Una propuesta para instalar una nueva central periférica, en Sants, no prosperó (*Actas del Ayuntamiento de Sants*, 10-XII-1896, f. 46).
26. Diferencias de estilo, en parte explicadas por la variedad de formas políticas y administrativas de las ciudades. Véase J. L. MARTÍN RODRÍGUEZ y J. M. OLLÉ ROMEU, *Orígenes de la industria eléctrica barcelonesa*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, 1961; T. P. HUGHES, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1983, pág. 257; y «Electrification of America: The System Builders», *Technology and Culture*, 20 (1979), pág. 124-161; B. R. MARTIN y P. NIGHTINGALE, *The Political Economy of Science, Technology, and Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2000, pág. 305; W. E. BIJCKER (y otros), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 2012, pág. 63; H. CAPEL y P. A. LINTEAU, *Barcelona-Montréal: desarrollo urbano comparado*, Barcelona, PUB, 1998.



de Tranvías de Barcelona a San Andrés y la sociedad El Tibidabo. Como se ve, las compañías de tranvías eran a la vez consumidoras y productoras de fluido, en un contexto en que la fabricación de equipo eléctrico para la industria ejercía como importante factor de arrastre.<sup>27</sup>

De todas ellas, en los años iniciales del siglo xx, dos compañías –Barcelonesa de Electricidad y Central Catalana de Electricidad– se disputaban el pujante mercado barcelonés, enfrentándose en las subastas para el alumbrado de espacios urbanos. Sin embargo, la que operaba a precios más bajos era la primera. Una interesante documentación hace aflorar nuevos episodios en la enconada batalla por el reparto del mercado y, más en concreto, la ruptura del duopolio con la vigorosa entrada en acción de Energía Eléctrica de Cataluña, que parece haber seguido una táctica de desconcentración de instalaciones. La ciudad antigua, algunas zonas del ensanche y pueblos del Pla de Barcelona se presentan como el núcleo inicial de implantación de esta recién llegada. Tan sólo en el primer día de actividad realizó 43 instalaciones en 38 calles diferentes, mientras en su primer mes sumó las dos terceras partes de los permisos de instalación concedidos.<sup>28</sup>

Ya se ha mencionado que, en el arranque del siglo xx, la electricidad contaba muy poco en el panorama energético de la ciudad. Una holgada mayoría de las fábricas y de los generadores, así como casi toda la potencia instalada, dependían del carbón, que, a su vez, configuraba una incipiente fase de la electrificación: la térmica.<sup>29</sup> En 1910, el predominio del vapor continuaba siendo incontestable, si bien quedaba patente el empuje de la electricidad y una presencia relevante del gas. Así lo demuestra la estructura energética de Barcelona en ese momento: el vapor prevalece con un 77,3%, frente al 14,47 de la electricidad y el 8,16 del gas. Dos años más tarde, cuando el sector ha dado pasos decisivos para un cambio de escala, la producción de electricidad en la ciudad de Barcelona se cifra en 1,26 millones de kw/h anuales, en su inmensa mayoría –1.028.672 kw/h– procedentes de la combustión de hulla. En ese momento, el giro empresarial todavía no había dado frutos perceptibles; es más, la importancia del vapor salía aquí reforzada porque era la energía que satisfacía el incremento de la demanda antes del giro decisivo.

La *Tabla 1* muestra la producción total de electricidad por fuentes primarias, el peso relativo de las diferentes industrias y el papel de los productores independientes, recalca el origen térmico de la electricidad generada en la ciudad de Barcelona en 1912, fecha divisoria que marca la transición a la fase hidroeléctrica, y pone de manifiesto que los tranvías desbancan como productores a las compañías eléctricas propiamente dichas. Como era de esperar, el textil encabeza con un 34,7% del total la autoproducción de energía eléctrica de la ciudad, pero llama la atención la pujanza de la industria alimentaria.

27. *Anuario Estadístico de la Ciudad de Barcelona*, 1902, pág. 554-555. Los tranvías también recurrían a suministro externo (1.912 kw/h): AECB, 1902, pág. 553. La nueva central eléctrica para el tranvía de San Andrés, de capital belga, utilizaba el gas como combustible (*Industria e Invenções*, 17-X-1900, pág. 136, y 18-V-1901, pág. 156). De los años finales del siglo xix databan las redes de tranvías eléctricos que unían diversas zonas de Barcelona entre sí y con los pueblos periféricos. Con el tiempo, las líneas irían ampliándose paulatinamente (*Gaceta*, 8-IV-1897). En 1906 y 1908, El Tibidabo tendió las líneas eléctricas de Sant Gervasi, Sarrià y Pedralbes (AHDB (Archivo Histórico de la Diputación de Barcelona), Hacienda). Véase la aportación de F. Armengol en este mismo volumen.

28. La Central Catalana de Electricidad llegó incluso a ofrecer tipos hasta cuatro veces más caros que la CBE (*Boletín Oficial de la provincia de Barcelona (BOPB)*, 6-V-1908; AMCB, Obras particulares, *Registro de permisos*).

29. L. URTEAGA, «Producción térmica y extensión de la red eléctrica en Barcelona (1896-1913)», en CAPEL, *Las tres chimeneas...*, vol. 1, pág. 141-169.

*Tabla 1. Composición sectorial de la producción de electricidad en la ciudad de Barcelona, 1912 (Entre paréntesis, porcentajes).*

	Hulla	Gas	Electricidad	Hidráulico	Total
Textil	346.934 (78,79)	83.970 (19,07)	9.429 (2,14)	0	440.333
Auxiliar del textil	7.196 (54,13)	6.099 (45,87)	0	0	13.295
Metal	70.206 (68,06)	27.248 (26,41)	5.696 (5,52)	0	103.150
Química	14.157 (97,94)	298 (2,06)	0	0	14.455
Papel	0	2.340 (100)	0	0	2.340
Materiales de construcción	3.330 (49,32)	3.421 (50,67)	0	0	6.751
Gráficas	1.331 (100)	0	0	0	1.331
Alimentación	185.903 (81,19)	9.009 (3,93)	34.054 (14,88)	0	228.966
Piel	4.352 (100)	0	0	0	4.352
Agua, gas, electricidad	155.057 (92,74)	9.734 (5,82)	0	2.400 (1,44)	167.191
Tranvías	226.299 (84,95)	40.100 (15,05)	0		266.399
Varios	13.907	4.102	88		0
TOTAL	1.028.672 (81,21)	186.321 (14,71)	49.270 (3,89)	2.400 (0,19)	1266.663

Nota: Cifras absolutas=kwh anuales.

Fuente: Elaboración a partir de *Anuario Estadístico de la Ciudad de Barcelona*, XI (1912), pág. 568 y s.

La electricidad dio un paso de gigante cuando empezó a ser producida por la acción del agua sobre las turbinas, dando lugar a la fase de la hidroelectricidad, más barata que la térmica.<sup>30</sup> Con su aplicación más sistemática en las fábricas la situación dio un vuelco. Lagunas y contradicciones en las fuentes oponen serios obstáculos al conocimiento pormenorizado del proceso. Al igual que ocurre en el conjunto de España, no existe un censo oficial de motores que permita seguir la evolución del sector energético en la ciudad de Barcelona. Los datos más completos cubren algún momento puntual, hecho que impide observar la evolución y establecer tratamientos comparativos.<sup>31</sup> Los escasos esfuerzos particulares habían conseguido resultados netamente insatisfactorios. Así, por ejemplo, una encuesta privada entre industriales reducía a la mitad las cifras de potencia establecidas por otras estimaciones.

Así pues, a partir de una indiscutible penuria de datos, los rasgos generales de la electrificación de la industria en Cataluña debe mucho a las visiones agre-

30. CAPEL y URTEAGA, «El triunfo de la hidroelectricidad...

31. En 1915, fuentes estatales ofrecen cifras totales de electromotores que apenas rebasan el 20% de los registrados en Barcelona por la estadística municipal cinco años antes (CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*, pág. 391).



gadas y a la extrapolación optimista de casos espectaculares. Dibujar un cuadro más pormenorizado y seguir paso a paso el proceso exige ampliar el abanico de fuentes y obviar ese inexistente censo de motores a que se ha aludido.

## La electrificación en Barcelona: una muestra de 372 unidades

El relativo desconocimiento de la electrificación de la industria, la ausencia de aproximaciones micro a partir de fuentes primarias y la importancia de los enfoques sectoriales y empresariales, convierten en un tema central el estudio de la electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona.

Para reconstruir con rigor la electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona, se ha elaborado una muestra de 372 unidades. La muestra es el resultado de vaciar 5.000 expedientes de la sección de Industrias particulares del Archivo Municipal Contemporáneo de Barcelona. Se trata de una documentación fiscal, generada por la obligatoriedad de pagar un canon por la instalación de equipo energético, que proporciona información valiosa sobre la potencia de generadores, electromotores y motores de gas, a la vez que, circunstancialmente, datos sobre los usos a que van destinados.<sup>32</sup>

Pese a su relevancia, la documentación no está exenta de problemas, entre ellos ciertas contradicciones en los datos dependiendo de: procedencia (solicitud particular o inspección técnica del Ayuntamiento); infravaloración del período anterior a 1905; diferente unidad de medida utilizada para expresar la potencia según se tratase de vapor (metros cuadrados de superficie de calefacción de los generadores) o electricidad y gas (caballos); ocultaciones; omisión de la potencia en ocasiones; y, finalmente, no pocas indefiniciones, sobre todo en el precintado y posible desprecintado de motores, así como en los aparatos de reserva. Se trata de una muestra condicionada por la fuente –incluye a todas las unidades que habían realizado instalaciones de motores antes de la fecha final del periodo en estudio– y que refleja con bastante fidelidad la composición de la industria por sectores y tamaños.<sup>33</sup>

La representatividad de la muestra se sitúa en torno al 20% de la potencia total instalada en Barcelona, tomando como base de estimación cifras de 1910. En las pocas oportunidades de contrastar que se han presentado, los resultados avalan la fiabilidad de los datos.<sup>34</sup> Como propiedad básica de la muestra destaca su carácter globalizador, que refleja con bastante fidelidad la composición de la industria por sectores y tamaños. La muestra ofrece dos perfiles distintos de la electrificación: la evolución de las instalaciones por años, por un lado, y la evolución de la

32. Á. CALVO, «Los documentos de la sección de Industrias particulares en el Archivo Administrativo del Ayuntamiento de Barcelona», en *I Jornades sobre la Protecció i Revalorització del Patrimoni industrial*, Bilbao, Departamento de Cultura del Gobierno Vasco, 1984, pág. 103-112.

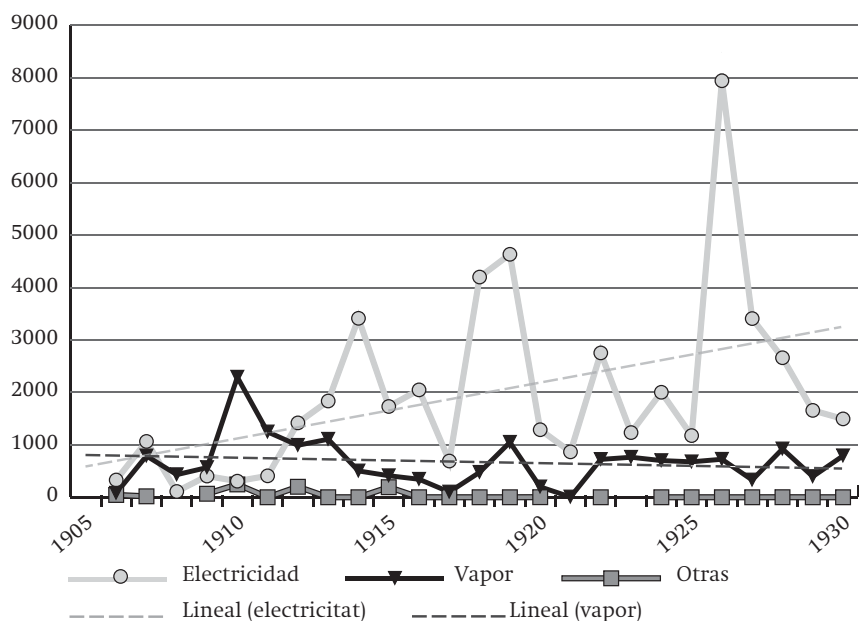
33. La potencia viene expresada en metros cuadrados de superficie de calefacción y se trata, por tanto, de potencia específica. Se ha aplicado un coeficiente constante de  $1 \text{ m}^2 = 1,25 \text{ cv}$ . En múltiples ocasiones, los inspectores denuncian aparatos a mayor presión de la declarada y autorizada (CALVO, «Los documentos de la sección de industrias...», pág. 103-112).

34. Varios casos han sido estudiados (Godó y Cía, J. O. Canals, Blanch Viñas) y nada autoriza a pensar que se trate de excepciones (Arxiu Nacional de Catalunya (ANC), Fons Maquinista Terrestre y Marítima).

potencia instalada en un momento dado (instalaciones y sustituciones), por otro. Las cantidades señaladas para cada año representan esencialmente, por tanto, el factor tendencial.

Como primera conclusión general, de su análisis (*Figura 1*) se desprende que al vapor le corresponde una presencia abrumadora en los primeros años del siglo xx, si bien es perfectamente visible una notable penetración de la electricidad, coincidiendo con esa feliz conjunción del motor polifásico y las turbodinamos de la Barcelonesa de Electricidad.<sup>35</sup> En último término, el porcentaje que alcanza en las nuevas instalaciones, es aplastante (96,2% del total). Unos años de comportamiento oscilante con fuertes caídas puntuales en los porcentajes de participación del vapor en la energía instalada y recuperación posterior conducen finalmente a un vuelco en 1912, coincidiendo con el inicio de la fase hidroeléctrica. A partir de entonces, el vapor pierde su hegemonía en las nuevas instalaciones: su participación desciende de un 37,61% en 1913 a un 15,86 en la década de 1930, puntos extremos que esconden fuertes oscilaciones. La segunda conclusión concede al vapor una presencia activa durante el primer tercio del siglo xx e incluso una recuperación de posiciones a lo largo del decenio de 1920. Resulta significativo que la potencia de vapor instalada en 1926-1930 supere a la de 1906-1910 en términos relativos.<sup>36</sup>

*Figura 1. Electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona. Tendencias*



Fuente: Elaboración a partir de Á. CALVO, «Estructura industrial i sistema productiu...», pág. 41.

35. Á. CALVO, «Activitats econòmiques», en J. SOBREQÜES, *Història de Barcelona*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1995, vol. 7, pág. 71-209.

36. Á. CALVO, «Entre la dependencia tecnológica y la independencia energética», en *II Jornades d'Arqueologia Industrial de Catalunya*, Igualada, 1991, pág. 1.149-1.159.

Sin llegar a configurarse en ningún momento como alternativa al vapor, el gas ocupa, hasta 1905, el segundo puesto, con un 3,3% del total del periodo. Su importancia aumenta en 1906-1910, para decaer en términos relativos en el quinquenio siguiente y desaparecer como opción en la muestra a partir de 1923. Por lo que respecta a las restantes modalidades de energía, las notas más significativas residen en su tardía y tímida aparición a la vez que en su escasa entidad a lo largo de todo el periodo estudiado.

De esta manera, hay que pensar en un proceso de electrificación no lineal y con ritmo entrecortado. El arranque es vacilante, como lo demuestra la bajísima cifra de electromotores instalados hasta 1905. El análisis de las cifras absolutas por años separados no conduce a pensar en una progresión continuada de la electricidad, sino en avances y retrocesos. Entre 1906 y 1912, un periodo de oscilaciones, las cantidades dibujan puntas bajas en 1908 y altas en 1907 y 1912. A partir de este año, la electricidad supera al vapor de forma permanente en las nuevas instalaciones. La participación más alta de la electricidad en el total de potencia instalada durante el año corresponde a 1921 (99,20%) y 1927 (91,48%). Valores muy elevados se dan también durante la Primera Guerra Mundial, la inmediata posguerra y algún momento del decenio posterior, a saber los años 1926 y 1929. Debido a la recuperación del vapor ya señalada, los porcentajes más altos no coinciden siempre con los años de cifras absolutas más elevadas.

Si se pasa a considerar quinquenios, lo desacompasado de la evolución queda ligeramente corregido. A la fuerte progresión en 1906-1910, le sigue un avance considerable en 1911-1915 y 1916-1920 y un retroceso en 1921-1925. Por el contrario, el quinquenio 1926-1930 arroja las cifras más altas: la potencia eléctrica instalada en esos años equivale a casi ocho veces la de 1906-1910 y a casi el doble de la de 1911-1915 (*Tabla 2*). Los porcentajes de participación de la electricidad sobre el total de energía correspondiente a 1916-1920 (85,58%) superan los de 1926-1930, situación que se repite en 1921-1925 respecto a 1911-1915.

*Tabla 2.* La electrificación en la ciudad de Barcelona. Periodos quinquenales.

Periodo	caballos	%
Hasta 1905	52,50	0,11
1906-10	2.216,25	4,52
1911-15	8.807,85	17,95
1916-20	12.787,94	26,06
1921-25	8.034,65	16,37
1926-30	17.174,44	35,00
TOTAL	49.073,63	100

Fuente: Á. CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*

Sin duda debido a su extraordinaria fraccionabilidad, la aplicación pionera de la electricidad a algunos procesos recae sobre pequeñas empresas. Talleres del metal o auxiliares del textil, carpinterías, imprentas o industrias de la alimentación aparecen como las actividades más madrugadoras. Casi paralelamente, la electricidad se aplica en operaciones relacionadas con la manipulación de materias primas y productos por medio de ascensores o montacargas.

Tomando como indicador de dinamismo la separación entre el primer antecedente y la primera adopción de la nueva forma energética, aparecen comportamientos diferenciados según sectores y en el interior de éstos, situación acorde con la de otros países.<sup>37</sup> En su conjunto, la industria de la ciudad de Barcelona se divide en tres categorías diferentes (*Tabla 3*). El mayor dinamismo corresponde a

*Tabla 3. Electrificación de la industria en la ciudad de Barcelona. Comportamiento sectorial*

Sector	Desfase medio
Textil	7,82
Yute	5,40
Lana	4,30
Punto	2,66
Seda	4,62
Ramo del agua	12,30
Algodón	7,54
Química	7,58
Metalurgia	4,65
Transformados metálicos	1,02
Material eléctrico	0,00
Curtidos	1,23
Alimentación	2,62
Construcción y Materiales	10,33
Gráficas	0,00
Vidrio	0,50
Varias	0,11

Fuente: Á. CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*

las artes gráficas, de poderoso arraigo y gran proyección en la ciudad,<sup>38</sup> el material eléctrico, el vidrio, la piel, los transformados metálicos y un grupo de actividades varias. La posición intermedia la ocupan la metalurgia y la alimentación. Finalmente, textil, química y materiales de construcción se alinean entre los sectores lentos.

El textil participa desde fechas relativamente tempranas con porcentajes altos de instalaciones de motores eléctricos (100% en 1906), pero hasta 1912 no llega a convertirse en opción predominante sobre el resto de modalidades energéticas.

37. I. Ch. R. BYATT, *The British electrical industry, 1875-1914: the economic returns to a new technology*, Nueva York, Oxford University Press, 1979; W. A. ATHERTON, *From compass to computer: a history of electrical and electronics*, San Francisco, San Francisco Press, 1984, pág. 177; D. E. NYE, *Electrifying America. Social Meanings of a New Technology*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1991, pág. 204; CALVO, «Activitats econòmiques...», y «Estructura industrial i sistema productiu...», pág. 12-43.

38. Véase P. VÉLEZ (dir.), *L'exaltació del llibre al Vuitcents. Art, indústria i consum a Barcelona*, Barcelona, Biblioteca de Catalunya/Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona, 2008. A guisa de ejemplos de recurso al electromotor en artes gráficas, el Depósito de la Guerra fue autorizado para adquirir a Setzmox-chiden-fabrik, de Berlín, dos máquinas Typograph G.M.B.H. de componer y fundir líneas, y dos electromotores de medio caballo y 110 volts.; lo mismo sucedió con la Fábrica Nacional de la Moneda y Timbre para dos máquinas tipográficas y dos electromotores, así como también con la Fábrica Nacional de la Moneda y la Fundación Tipográfica Nacional para dos máquinas tipográficas, con sus dos electromotores correspondientes (*Gaceta de Madrid*, 29-VIII-1909, pág. 420; 29-IX-1921, pág. 1.279; y 30-X-1921, pág. 339-340).

Entre 1905 y 1910, con una cuota todavía muy exigua en las instalaciones totales (3,7%), el uso de la electricidad se generaliza en casi todas las ramas de actividad consideradas en la muestra. Recurren a ella cincuenta y tres unidades, en su mayoría de tamaño pequeño y mediano: talleres metalúrgicos o de maquinaria, cerrajerías, carpinterías y un crecido número de panaderías. También figuran en la lista unidades de cierta envergadura. Seis de las veintinueve unidades que superan los 500 caballos de potencia eléctrica instalada en la totalidad del periodo estudiado son de esta etapa: Godó y Cía, Oller y Planell, Arturo García y Cía, Francisco Rivièr e Hijos, Carlos Bouvard y Cía, y la Sociedad Española de Lámparas Z (yute, algodón, química, metalúrgica, cerveza y material eléctrico, respectivamente).

En el quinquenio 1911-1915, los sectores de la muestra más reacios acaban por rendirse a la electricidad. A la altura de 1914, el 40% de las unidades de la muestra habían recurrido de una u otra forma a la electricidad. En el textil, casi un tercio de las unidades instalan por primera vez aparatos accionados por energía eléctrica. Seis unidades lo hacen en la química; quince (casi la mitad), en la metalurgia; cinco en automóviles y maquinaria; una en la piel (M. Gatus); quince (la cuarta parte), en alimentación; cuatro en la construcción; tres en artes gráficas y en vidrio; dos en viviendas y carpintería; una en electricidad, y ocho en el apartado de varios. En buena medida, la intensificación del proceso recae sobre unidades de tamaño importante: casi la mitad de las veintinueve unidades de la muestra con mayor potencia instalada recurren por primera vez a la fuerza motriz eléctrica entre 1914 y 1915. Se trata de las laneras Vda e Hijos de Claudio Arañó, y Salvador Casacuberta; de la sedera Sert Hnos. Seda; y de Herederos de S. Punti, de Tinte, Aprestos y Acabados. De igual modo, están incluidas empresas algodonerías clave, como La España Industrial, Hijos de P. Portabella, Vda e Hijos de J. Vilá Marqués e Hijos de R. Rius; químicas, como Folch Hnos; la fábrica de alambres de Francisco Rivièr e Hijos situada en Sant Martí de Provençals; La Hispano Suiza, del automóvil; la fábrica de cerveza Damm, o la papelería de Ramón Godó. Todas ellas contribuyen en gran medida a esa inversión de tendencia a que se alude en otro momento, caracterizada por el comienzo del predominio de la electricidad en las nuevas instalaciones.

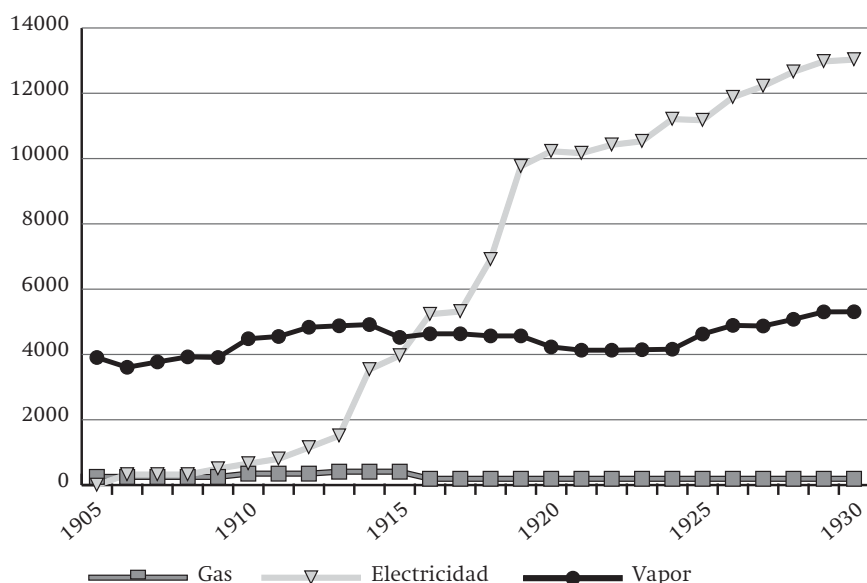
Entre 1915-1919, el 20,16% de las unidades utiliza por primera vez la electricidad: veinte en el sector textil; cinco en el químico; seis en la metalurgia; once en automóviles y maquinaria, cinco, en la piel; siete en alimentación; dos en construcción y materiales de construcción, de electricidad y de servicios; cuatro en gráficas y almacenes; una, en vidrio y cinco en varios. Un nutrido grupo de ellas son empresas significativas en el sector correspondiente.<sup>39</sup> En 1919, el 60% de las unidades de la muestra tienen instalaciones de electricidad. Considerando exclusivamente aquellas con antecedentes anteriores a 1920, sólo diecisiete dejan de recurrir a dicha modalidad de fuerza motriz, hasta ese año de 1920. En

39. Cía Anónima de Hilaturas Fabra y Coats (1916), Serra y Arola (antes de 1919) y Francisco Sans (1918), del algodón; Antonio Cabús (1915), de tintes, blanqueo y aprestos; Lacalle y Cía (1915), en la química; Industrias Mecánicas SA (1916). La Maquinista Terrestre y Marítima (1919) y Metalúrgica Española (1920) en la metalurgia, y A. Elizalde (1917), en el automóvil. En 1920, La Metalúrgica Española completará la relación de unidades con una cantidad superior a los 500 caballos eléctricos instalados. En Fabra y Coats, los propietarios ingleses impulsaron electromotores de 500 voltios (comunicación oral de Joan Roca en la sesión del Seminario).

algunos casos (Pedro Alier, del yute; Vda de E. Capella, de tintes; Gremio de Fabricantes de Fósforos de España, Carbonell y Sobrá, y Rosa Gallisá, de química; y José Durall, del grupo de varios) no hay antecedentes de electricidad en todo el periodo. Dicho comportamiento se reproduce también en unidades cuyo primer antecedente es posterior a 1920.

Junto a las diferencias sectoriales, hay que resaltar las peculiaridades dentro de cada sector, como muestran la trayectoria de la industria algodonera, recogida en la *Figura 2*, en la que se aprecia la presencia de la trilogía vapor-gas-electricidad, la intersección de la línea ascendente de la electricidad con el vapor a la altura de 1916 y la resistencia del vapor a la

*Figura 2.* Potencia instalada en la industria algodonera de la ciudad de Barcelona



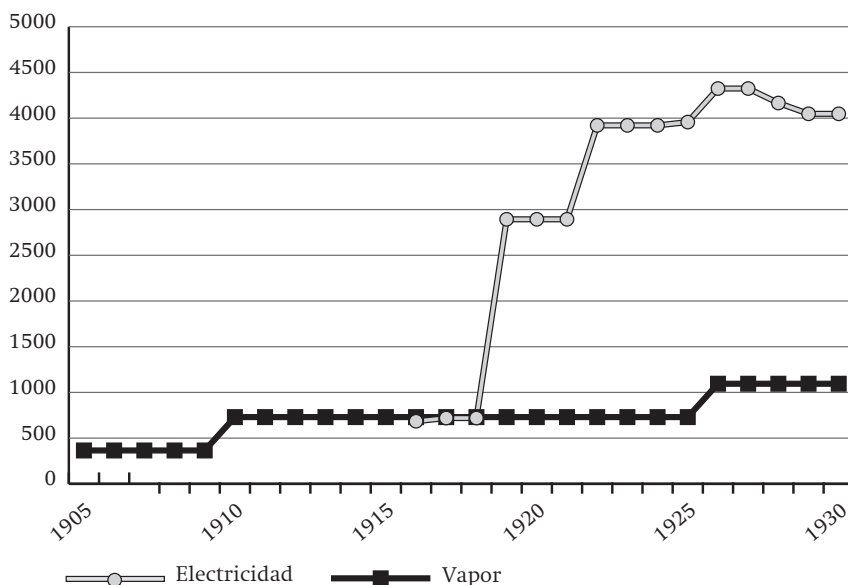
Fuente: Elaboración a partir de Á. CALVO, «Activitats econòmiques...», pág. 71-209.

Junto a las diferencias entre sectores en el grado de sensibilidad mostrado ante la nueva forma de energía, se da una diversidad de comportamientos en la modalidad de la electrificación, configurándose una electrificación total o parcial, gradual o acelerada. El principal obstáculo para determinar la gradualidad reside en el carácter incompleto de los datos sobre vapor anteriores a 1900. A ello hay que añadir las instalaciones sin indicación de potencia y la falta de certeza de que la fecha del primer antecedente corresponda efectivamente al inicio de actividades de la unidad en cuestión.

En nueve casos de los diecisiete conocidos la electrificación llega a ser casi total. Integran el grupo grandes empresas como La España Industrial, Cía Anónima de Hilaturas Fabra y Coats (*Figura 3*) e Hijos de M. Rius, y otras de menor



Figura 3. Potencia instalada en la fábrica algodonera Fabra &amp; Coats



Fuente: Elaboración a partir de Á. CALVO, «Activitats econòmiques...», pág. 71-209.

envergadura, como Vda e Hijos de R. Almirall, Estapé y Ros, etc. Tres unidades –González y Sala, J. Blanch y Viñas y Matías Dos Santos– se sitúan entre el 40% y el 90%, y las cinco restantes por debajo de ese porcentaje (Hijos de P. Portabella (1,8%), Juan Jiménez (3,52%) y Vda e Hijos de J. Vilá Marqués (4,78%). En el sector químico, el número de unidades observables baja a trece, sobre un total de cuarenta y una. Tan sólo cinco de ellas rozan la electrificación total, sin que figure ninguna de las de gran talla; las dos empresas importantes documentadas ofrecen comportamientos diferenciados: Arturo García y Cía inicia antes su electrificación y su participación es más alta que la de Folch Hnos.

Todo parece indicar un notable grado de dispersión de las constantes. La única relación estrecha entre gradualidad, tamaño y primera fecha de electrificación se da en el caso de las grandes empresas algodoneras, que arrancan tarde pero se ven sometidas a un proceso intenso. Además de gradual, la electrificación tiende a no ser irreversible. A menudo e independientemente del tamaño, las unidades vuelven a recurrir a una modalidad diferente de fuerza motriz tras la primera instalación eléctrica. En previsión de posibles contingencias, generadores de vapor o motores de gas suelen convertirse en aparatos de reserva o se destinan a accionar los electromotores.<sup>40</sup>

40. Á. CALVO, «La modernización de la industria en Barcelona», en *II Congrés d'Història del Pla de Barcelona*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1985, pág. 463-478.

Dos ejemplos de empresas significativas (La España Industrial y Rivière) darán su verdadera dimensión a las observaciones y conclusiones extraídas de la muestra repetidamente utilizada.

Según datos fiscales, el primer antecedente de vapor de La España Industrial data de octubre de 1848. En ese momento se instalan cinco generadores con 562,5 caballos de potencia total, cifra que se multiplicará por más de tres hacia final del siglo para no volver a modificarse hasta 1910. A partir de entonces, las sucesivas instalaciones y sustituciones hacen fluctuar las cifras entre los 1.716,25 caballos de 1918 y los 1.998 del decenio de 1930. Según la misma fuente, en diciembre de 1914 hay treinta y siete electromotores con 1.625,5 caballos de potencia total. Pese a acercarse a las cifras del vapor, no se sustituyen generadores, sino que se precintan seis electromotores de cuya instalación no queda constancia. Se trata, pues, de un incremento considerable de la potencia disponible en la fábrica. ¿Una aparente electrificación total no es sino un aumento de potencia, habida cuenta que no se sustituyen más que tres generadores de 93,75 caballos cada uno, en 1918? ¿La utilización de la electricidad tiene un carácter subsidiario?

Para responder a los interrogantes conviene recurrir a las fuentes empresariales. Para empezar, el Libro del Centenario de La España Industrial sitúa en 1914 la electrificación de la fábrica utilizando taxativamente el término. Quien estuviera tentado de minusvalorar la trascendencia del cambio debería recordar la valoración que hace Matías Muntadas al referirse a la electrificación como la “transformación más importante”.<sup>41</sup>

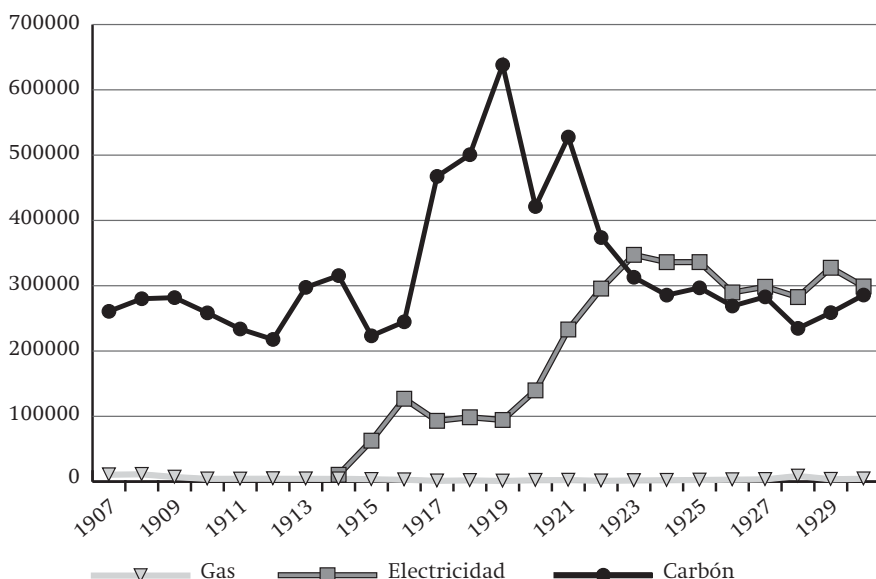
Con documentos de la empresa mencionada se ha elaborado el *Apéndice 1*, que reproduce dos series: el Consumo de Carbón, 1892-1930, y la Estructura de los gastos de Energía, 1890-1936.<sup>42</sup> Por la primera, en 1914 se aprecia un descenso del 26,7% en el consumo de carbón respecto al año anterior. La tendencia a la baja se mantiene entre 1915-1917. El año 1918 abre, sin embargo, un periodo de oscilaciones en el consumo, que, a partir del siguiente, se situará entre 3.200 tn en el momento más bajo, y 4.900 tn en el más alto. Por tanto, el impacto de la electricidad resulta indudable, sin tratarse, por ello, de una substitución total (*Figura 4*). A este nivel quedaría una duda por aclarar. Según fuentes primarias, las instalaciones de electromotores se efectúan en diciembre, momento demasiado tardío, dentro del año, para que un descenso en el consumo de carbón hiciera caer en picado las cifras de la serie. En realidad, parte o la totalidad de electromotores funcionaba ya en mayo. En efecto, en carta del 18 del citado mes de 1914, se comunica al director de Energía Eléctrica de Cataluña la interrupción de corriente durante treinta minutos, con gran trastorno para la fábrica, y otros tres cortes a primera hora del día. «Comprenderá –añadía la misiva– que este estado de total inseguridad en el trabajo nos impide estar satisfechos del cambio de fuerza motriz». <sup>43</sup> Queda claro, por tanto, que durante 1914 funcionaron conjuntamente generadores, calderas de vapor y electromotores; en realidad, la electrificación total tuvo lugar en la fuerza motriz pero subsistieron operaciones vinculadas al uso del carbón, sea en el acabado de panas, sea en los talleres de reparación.

41. ANC, Fons La España Industrial, *Memoria* 1922.

42. ANC, Fons La España Industrial, *Libro Mayor*.

43. ANC, Fons La España Industrial, *Copiador de Cartas*, 170.

Figura 4. Consumo energético en la España Industrial (1907-1930)



Fuente: Elaboración a partir de Á. CALVO, *La transformación de la estructura industrial...*, pág. 341.

Para conocer el grado de participación de los dos tipos de energía en el total, se recurre a la segunda serie reconstruida, la relativa a la Estructura del gasto energético en el periodo 1890-1936. Su manejo exige tomar algunas precauciones. Para empezar, hay que tener en cuenta que las cantidades del carbón incluyen hasta 1920 el consumo de las fraguas. Además, el gasto de 1914 no traduce el descenso de las toneladas consumidas, y sí la subida del precio del combustible, hecho del que no tenemos constancia en el caso de la electricidad. Para que la comparación sea válida, hay que deflactar el precio del carbón y utilizar el correspondiente a 1913. Hecho esto, pueden deducirse algunas consideraciones. En primer lugar, la bipolaridad vapor-gas se interrumpe en 1914: la modestia de la presencia de la electricidad no impide que sobrepase al gas. Por otro lado, el vapor mantiene un predominio claro hasta 1920 (1922, si se considera la serie no deflactada). Paralelamente, la electricidad pasa de representar el 4,51% de los gastos totales de energía, en 1914, al 22,48% al año siguiente y al 38,38% en 1916. El primer año en que los gastos en electricidad superan a los del vapor coincide con el momento en que la serie del consumo de carbón sólo recoge el referido a las máquinas de vapor, lo que permite situar en una fecha anterior el comienzo del predominio de la electricidad. En el citado año, esta última modalidad de fuerza participa con el 64,75% en los gastos totales de energía. En 1930, el vapor vuelve a su posición preponderante, si bien con porcentajes de participación inferiores.

¿Qué conclusión se desprende de lo dicho anteriormente? La más ajustada nos parece la siguiente: en 1914, la fábrica se dota de electromotores movidos

por energía eléctrica suministrada por una de las grandes compañías del sector, con capacidad suficiente para accionar la práctica totalidad de la maquinaria existente en el conjunto de sus cuadras. Sin embargo, en lo sucesivo no dejará de utilizar el vapor, que en ocasiones aparece en posición subordinada y, en otras, ocupa un puesto preponderante. El pretendido relevo del vapor por la electricidad dejaría paso, más bien, a una convivencia, por otra parte compartida en una pequeña proporción por el gas.

Desde otra perspectiva, el segundo ejemplo ilustra el comportamiento de la empresa F. Rivière en las fábricas de Casa Antúnez y Sant Martí de Provençals. En aquella, el primer antecedente de vapor se remonta a 1899, año en que la fábrica pertenece a Trefilería Franco-Española. En 1909, Francisco Rivière, nuevo propietario, procede a sustituir el antiguo generador por otro y a ampliar la potencia disponible recurriendo a dos modalidades diferentes de energía: la electricidad y el gas. Sin embargo, a partir de 1913, la electricidad se torna predominante. En el año 1920, cesa temporalmente el recurso al motor de gas, que permanece precintado. Como queda demostrado en otro lugar, el vapor se resiste a desaparecer e, incluso en 1926, se instala un nuevo generador. Más que de transición brusca a la electricidad, hay que hablar de verdadera yuxtaposición de nueva y antigua tecnología. La observación arqueológica confirma que, durante un tiempo, el gas y la electricidad actuaron de forma combinada sin alterar a fondo el esquema motriz de la fábrica. Más tarde, desaparecen las transmisiones, al menos parcialmente, y los electromotores se aplican a una máquina o a un grupo de ellas. Tampoco en la fábrica de Sant Martí, la electrificación, no muy temprana por otra parte, elimina inmediatamente las dos modalidades de energía, si bien aquí la convivencia vapor-gas-electricidad dura muy poco tiempo, ya que entre agosto y noviembre de 1914, el motor de gas aparece precintado y parado uno de los dos generadores. Tiene lugar, por tanto, una vuelta a la dualidad anterior y, desde 1920, tras arrancar los generadores, la electrificación es absoluta.<sup>44</sup>

## Conclusión

Antes de cerrar esta descripción, parece aconsejable preguntarse por las razones de la adopción de las diversas formas o fuentes de energía. Nos inclinamos por defender que los condicionantes de las opciones energéticas son diversos y actúan en direcciones diferentes. Empezando por los más notorios, estos condicionantes incluyen los precios relativos no sólo de los productos energéticos, sino también de los bienes de equipo, así como su disponibilidad. Son bien conocidas, al respecto, las fuertes alzas del precio del carbón en los primeros años del siglo xx y la drástica caída de los de la electricidad, cifradas ambas para el caso de Barcelona en un incremento del 257% y un descenso del 95%, respectivamen-

44. Á. CALVO, «La Rivière de Can Tunis: arqueología dels usos energètics», en *III Jornades d'Arqueologia Industrial de Catalunya*, Barcelona, 1996, pág. 151-168; y «Els altres vapors: la Rivière de Can Tunis», en *Els vapors a Sants*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 1997, pág. 61-76.

te.<sup>45</sup> La antigüedad del equipo energético instalado inclina a los industriales a reemplazarlo si ya está obsoleto o a mantenerlo hasta amortizarlo, ya que se trata de inversiones muy crecidas, que pueden alcanzar la décima parte del coste total de la maquinaria o la quinta si se le añaden las transmisiones. De ineludible mención es el tamaño de las empresas, que, en el caso de Barcelona, actúa como factor favorable a la electrificación. En efecto, el predominio de las pequeñas y medianas empresas permite aprovechar mejor la fraccionabilidad, característica de la nueva forma de energía. Sin embargo, hemos de tener presente como atenuante la posibilidad de acceso de pequeños industriales al vapor por medio del sistema de local y fuerza motriz compartidos.<sup>46</sup> Tampoco son inocentes en manera alguna las formas organizativas, es decir si se trata de una industria integrada verticalmente o de fase, dadas las ventajas que ofrece el vapor en el primer caso al ser susceptible de aplicación a un número extremadamente variado de procesos; en ocasiones, como en los acabados de paños, fuertemente demandantes de carbón. Finalmente, no podemos olvidar el impacto de los choques externos imprevistos, uno de cuyos ejemplos más claros fue la Primera Guerra Mundial. Este conflicto bélico dificultó, por un lado, el aprovisionamiento de motores eléctricos y de equipo para las centrales hidroeléctricas, renglón en el que España era altamente tributaria del extranjero.<sup>47</sup> Como resultado, aparecieron problemas de suministro de fluido, hecho ya recogido más arriba para La España Industrial.

Antes de concluir, aún cabe una necesaria y breve referencia al impacto de la electrificación, para ser fieles al esquema teórico trazado al inicio de estas páginas. Lo primero que se nos ocurre es señalar la dificultad de zanjar el debate sobre el crecimiento económico, si bien una serie de indicios a partir de casos particulares apuntan a un claro aumento de la productividad coincidiendo con la electrificación. Una parte importante pudo derivar de la racionalización del trabajo y de los espacios productivos, esa mayor libertad en la disposición de las máquinas propiciada por la electrificación. En esta breve relación, no podría faltar una escueta mención al impacto de la electrificación sobre el paisaje urbano y el medio ambiente, al desaparecer en ocasiones, a partir de 1911, la chimenea como elemento constitutivo de los edificios fabriles, propio de la era del vapor.<sup>48</sup> En realidad, se trató de cambios importantes en el paisaje y entorno urbanos sin llegar a modificarlos totalmente por la persistencia del vapor.

45. L. URTEAGA, «El consumo de electricidad en Barcelona, 1897-1935», en CAPEL y LINTEAU, *Barcelona-Montréal...*, pág. 259-284.

46. Á. CALVO, «La industria cotonera catalana a comienzos del siglo XX», *Recerques*, 44 (2002), pág. 91-110.

47. En 1919, más de la mitad de las 3.100 tn de motores eléctricos y dinamos importadas procedían de EEUU, repartiéndose el resto entre Suiza, Gran Bretaña, Suecia y Francia: Charles, U. de B., *General report on the industries and commerce of Spain, 1920*, Londres, His Majesty's Stationary Office, 1921, pág. 20.

48. Á. CALVO, «Las chimeneas de fábrica», *II Jornadas sobre protección y revalorización del patrimonio industrial*, Barcelona, CIRIT, 1985, pág. 333-342.

*Apéndice 1. Consumo de carbón y estructura del gasto energético en La España Industrial (1890-1936)*

Año	Carbón		Gas	Electricitat	Total
	kg	ptas	ptas	ptas	ptas
1890	–	162.366,69	21.934,45	–	184.301,14
1892	2.213.492	–	–	–	–
1900	6.457.402	310.334,64	23.516,84	–	333.851,41
1905	7.095.089	266.693,20	7.821,49	–	274.514,69
1906	7.023.000	–	–	–	–
1907	8.018.499	260.767,78	10.591,71	–	271.359,49
1908	6.891.585	280.083,18	11.201,97	–	291.285,15
1909	7.320.742	281.781,18	7.026,29	–	288.807,47
1910	6.998.459	258.423,80	4.241,71	–	262.665,51
1911	6.987.436	233.759,32	4.074,68	–	237.834,00
1912	7.865.231	217.739,02	4.643,92	–	222.382,94
1913	7.596.835	297.495,72	4.361,11	–	301.856,83
1914	5.566.825	315.494,75	4.332,50	10.475,75	303.303,00
1915	5.455.900	223.260,96	3.450,02	62.721,25	289.432,22
1916	5.149.825	244.762,03	2.894,52	126.924,35	374.580,90
1917	4.765.334	467.423,52	1.228,00	93.106,20	561.757,72
1918	6.135.737	500.665,73	1.875,19	98.568,00	601.108,92
1919	4.164.896	638.184,92	1.020,47	94.426,85	733.632,24
1920	5.272.334	421.312,02	2.114,88	139.722,10	563.149,00
1921	5.673.820	527.688,37	2.298,67	232.989,00	762.976,04
1922	3.768.510	373.773,13	1.249,68	295.630,60	670.653,41
1923	3.237.802	312.943,60	1.709,45	347.295,55	661.948,60
1924	3.630.205	285.581,05	2.084,50	336.108,85	623.774,40
1925	3.490.633	296.772,95	2.518,89	336.178,30	635.470,14
1926	3.788.830	268.926,40	3.018,36	289.732,75	561.677,51
1927	4.032.085	282.913,10	3.435,08	298.370,20	584.718,38
1928	4.175.999	234.704,45	8.619,12	282.623,40	525.946,97
1929	4.507.870	258.771,82	3.644,90	327.508,58	589.925,30
1930	4.914.190	285.737,42	4.336,81	298.899,15	588.973,38
1931	–	338.039,31	3.707,17	299.149,62	640.896,10
1932	–	383.966,09	4.733,75	303.702,94	692.402,78
1934	–	399.333,74	12.138,20	315.304,05	726.775,99
1936	–	411.279,22	9.025,05	295.600,10	715.904,37

a) Hasta 1920, la columna kg de carbón incluye lo consumido por las fraguas.

*Fuente:* Elaboración a partir de ANC, Fondo La España Industrial, *Libro Mayor*.